

УДК 574.36

О. Ю. МАЙСТРЕНКО, д-р техн. наук

Ю. В. КУРІС, канд. техн. наук

Институт угольных энерготехнологий НАН и Минтопэнерго Украины, г. Киев

В. М. ВЛАСЕНКО, магістр

Запорізька державна інженерна академія, м. Запоріжжя

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ НИЗЬКОКАЛОРИЙНИХ ПАЛИВ**У ДВС ТА ОСОБЛИВОСТІ СПАЛЮВАННЯ БІОГАЗУ В ДВС**

В статье обоснованы особенности сжигания низкокалорийного топлива и биогаза в ДВС.

У статті обґрунтовані особливості спалювання низькокалорійного палива і біогазу в ДВС.

Введення

Інтенсифікація тваринництва створює проблему обробки і використання відходів і вимагає відповідних рішень по утилізації відходів, енергозбереженню і збереженню екологічної рівноваги в природі. У великих тваринницьких фермах змінилися кількість і склад отримуваних рідких відходів, із-за відмови від застосування солом'яної підстилки і використання великої кількості води для прибирання приміщень. Тваринницькі відходи мають високу біологічну активність і містять значну кількість мікроорганізмів і насіння бур'янів. Для переробки і знезараження тваринницьких стоків найбільш поширення набувають біоустановки. Біоустановки забезпечують переробку гною з подальшим отриманням екологічно чистого біодобрива високої якості і біогазу, що є альтернативним джерелом енергії, яке може бути використаний для внутрішньогосподарчих потреб.

В Україні до цих пір до біогазу відносилися як до екзотичного палива, і про його промислове використання замислюються скептично. В даний час, перехід до ринку, закінчення ери дешевої нафти і загострення глобальних екологічних проблем примушують переглянути відношення до біогазу, принаймні, в сільському господарстві. На сьогоднішній день, розроблено і застосовується чимала кількість технологій отримання біогазу, заснованого на використанні різних варіацій температурного режиму, вологості, концентрації бактерійної маси, тривалості протікання біореакції і т. д. При цьому вміст метану в біогазі варіюється залежно від хімічного складу сировини і може складати 50–90 % [1].

Актуальність. По своєму хімічному складу, біогаз нагадує природний газ і може бути застосований в автотракторних двигунах внутрішнього згорання. За даними Шведських і Швейцарських учених, біогаз може використовуватися в ДВС, оскільки по екологічних характеристиках біогаз на 75% чистіше дизельного палива і на 50 % чистіше за бензин. Токсичність біогазу для людини на 60% нижче за традиційне паливо. Продукти його згорання практично не містять канцерогенних речовин. Вплив відпрацьованих газів котлоагрегатів, що працюють на біогазі, на руйнування озонового шару на 60 – 80 % нижче, ніж у нафтових видів палива, це вивчено авторами [1, 3 – 6], такі показники можуть бути досягнуті у двигунах [2].

У зв'язку з цим підвищення ефективності використання біоустановки в тваринницькій фермі шляхом використання біогазу в ДВС і утилізації вторинного тепла для анаеробної роботи біоустановки є актуальним науковим завданням.

Основна частина

Обґрунтування особливості спалювання низькокалорійних палив у ДВС

Горіння в системах зі звичайним змішанням і підготовкою компонентів визначається залежно від даного початкового відношення паливо/окислювач, конкретною залежністю швидкості реакції від ступеня завершеності реакції. Це відбувається тому, що будь-яка рециркуляція тепла супроводжується відповідним розведенням реагентів продуктами реакції, що накладає певні обмеження на розглянуті явища горіння. Початковий стан суміші визначає не тільки кінцеву температуру полум'я, але й максимальну швидкість реакції. Ця обставина

підштовхує до визнання наслідків, що випливають з даної ситуації, майже як законів природи. Наприклад, суміш даного складу не може горіти зі швидкістю вище певного значення; швидкість утвору високотемпературних забруднюючих речовин однозначно зв'язана зі швидкістю реакції; деякі суміші є "незаймистими" тому, що швидкість реакції при тих температурах, які можуть бути отримані без зовнішнього джерела, занадто малі.

Слід зазначити, що необхідно розривати залежність процесу горіння від початкового відношення паливо/окислювач і регулювати швидкість реакції незалежно від того, чи є суміш бідною або відповідає горінню високої інтенсивності. Сказане вище є потужним стимулом для зниження залежності швидкості реакції в зоні полум'я від початкового відношення паливо/окислювач. Для цього необхідно регулювати швидкість у зоні реакції незалежно від температури, використовуючи для впливу на температуру змінну рециркуляцію тепла, випромінювання, вдув вільних радикалів і т. п. Деякі аспекти цієї проблеми вимагають тільки розвитку на практиці організації згорання у ДВС.

Існують потенційні палива, у яких утримується значна енергія і які важко запалювати звичайними методами, тому що вони перебувають у сумішах за концентраційними межами горіння. Як приклад можна згадати гази, що виходять із вугільних шахт і шарів, вихлопні гази з різноманітних промислових обладнань, продукти шумування відходів, гази каналізаційних стоків і т. д. Підраховано, наприклад, що за рахунок згорання в смолоскипі попутних газів нафтових родовищ, Нігерія втрачає альтернативне джерело енергії, яке забезпечило б 40% газового споживання Західної Африки [7].

Особливості реалізації технології спалювання біогазу у ДВС

Застосування біогазу як палива у ДВС можна розглядати із двох позицій. Перша - конвертування існуючих двигунів для роботи на біогазі. Це найближча задача і при її розв'язку потрібно з мінімальними витратами і найбільшою ефективністю використовувати існуючі конструкції ДВС, без істотної їх модернізації. Друга задача припускає створення спеціальних конструкцій ДВС, повністю оптимізованих для роботи на паливах зі зниженою теплотворною здатністю. У рамках розв'язку першої задачі, основним резервом для підвищення ефективності робочого процесу є більш висока антидетонаційна стійкість газоподібного палива в порівнянні з бензином.

У зв'язку з тим, що бензиновий двигун конвертований на газ, по суті стає двухпаливним, і збільшення ступеня стиску не представляється можливим, тому що його величина обрана для роботи на бензині з певним октановим числом. У той же час відомо, що найвищий корисний ступінь стиску, тобто максимальний ступінь стиску, що допускає бездетонаційну роботу двигуна на даному типі палива, знижується при збільшенні температури повітря на впуску (рис. 1).

Циклогексан має більш високе октанове число в порівнянні з бензином. І якщо, допустимо, двигун має ступінь стиску $\epsilon = 4,75$, то гранична температура на впуску, що допускає бездетонаційну роботу на бензині становить близько 40°C. При використанні в якості палива циклогексану або іншого високооктанового пального, наприклад, метанотримуючого газу, температуру на впуску можна збільшити до 100 °C і більш.

Однак бездетонаційна робота двигуна не є єдиним обмеженням, що забезпечує надійну й ефективну роботу двигуна. Так, підвищення температури повітря на впуску знижує вагове наповнення двигуна робочою сумішшю, а також може служити причиною перегріву деталей ДВС.

Найбільша схильність до детонації в ДВС у вуглеводневих палив спостерігається при трохи перебагаченому складі суміші ($\alpha = 0,95$). Дроселювання оказує сильну гнітючу дію на детонацію, за рахунок зменшення тиску циклу, зниження температури стінок камери згорання й зменшення концентрації палива, за рахунок більшого розведення свіжої суміші віддробленими газами.

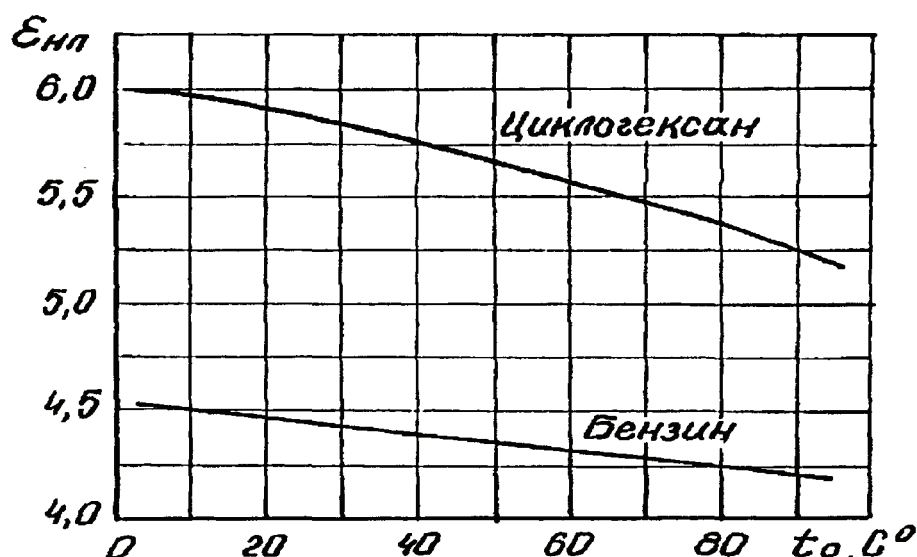


Рис.1. Вплив температури повітря на впуск на найвищий допустимий ступінь стиску [8]

Вплив частоти обертання колінчатого вала двигуна є досить значним, що є наслідком двох причин. По-перше, зі збільшенням частоти обертання збільшується швидкість згорання, а час на утворення з'єднань, обумовлюючих виникнення детонації, скорочується. Тим самим зменшується їхня кількість і, відповідно, знижується схильність двигуна до детонації. По-друге, при зростанні частоти обертання ростуть гідравлічні втрати на всмоктуванні, коефіцієнт наповнення падає, внаслідок чого зменшується максимальний тиск циклу, що знижує схильність двигуна до детонації.

Існують способи зміни ступеня стиску залежно від режимних параметрів двигуна. Наприклад, так званий ПАРС - поршень із автоматичним регулюванням ступеня стиску. Ефективний ступінь стиску можна змінювати шляхом зміни кута закриття впускного клапана. Для оцінки ефекту від застосування перемінного ступеня стиску скористаємося досвідченими даними по впливу на межі виникнення детонації (рис. 2).

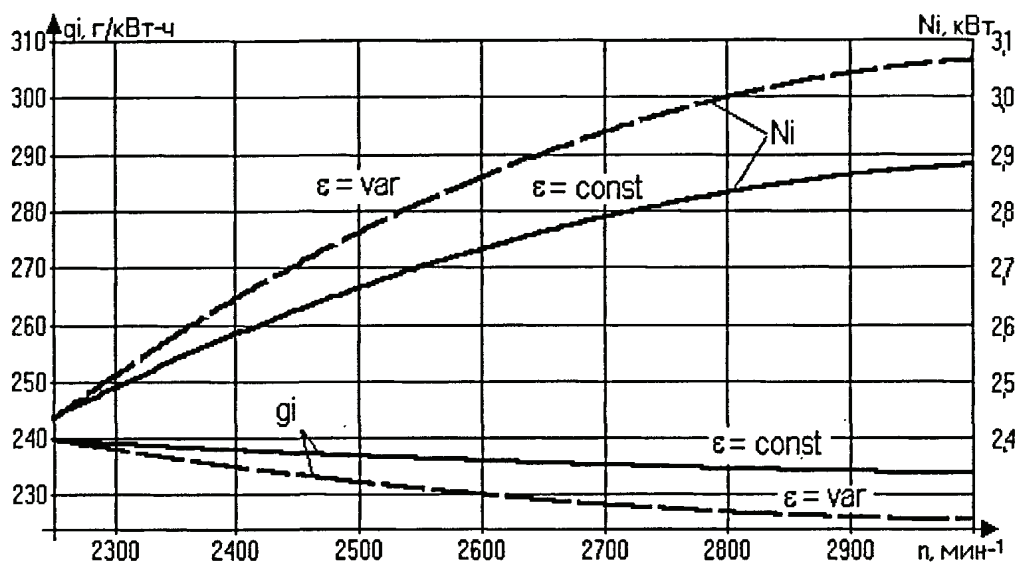


Рис.2. Зовнішня швидкісна характеристика при $\alpha=1$

З наведеного графіка видно, що найменший ефект на найвищий припустимий ступінь стиску з умов бездетонаційної роботи має склад суміші. На рис. 2 суцільними лініями показана розрахункова зовнішня швидкісна характеристика двигуна 1Ч6,6/5,3 при ступені стиску рівному $\varepsilon_s = 7$ і $\alpha = 1$.

Характеристики, показані пунктиром, отримані при змінному ступені стиску змінюваної в функції частоти обертання $\varepsilon = f(n) = \varepsilon_s \cdot n/n_s$ колінчатого вала. При цьому номінальна індикаторна потужність зросла на 6,3 %, а питома індикаторна витрата палива знизилася на 3,1 %.

Висновки

1. Біогаз спалюється в двигуні внутрішнього спалювання та турбінній установці. На базі біогазу можна забезпечити електроенергією для сільськогосподарських та побутових потреб.

1. Визначені особливості реалізації технологи спалювання біогазу в ДВС.

Список літератури

1. Куріс Ю. В. Підвищення теплотехнічних та технологічних показників спалювання біогазу в теплогенеруючому обладнанні: Дисертація на здобуття наукового ступеню кандидата технічних наук, НУХТ, Київ, 2007.

2. Куріс Ю. В., Ткаченко С. И. Возможности и перспективы использования альтернативных топлив в ДВС сельскохозяйственного назначения // Фаховий журнал “Енергетика и электрификация”. г. Киев, - №4. – 2008. – С. 43–47.

3. Куріс Ю. В., Майстренко А. Ю., Ткаченко С. И., Степанов Д. В. Систематизация особенностей конструирования водогрейных котлов для сжигания биогаза. // Фаховий журнал “Промышленная электроэнергетика”. г. Киев, - №6. – 2006. – С. 66–69.

4. Ткаченко С. Й., Степанов Д. В., Куріс Ю. В. Звіт по науково дослідній роботі “Зменшення шкідливих викидів в навколишнє середовище в підсистемах енергозабезпечення систем біоконверсії”, м. Вінниця, ВНТУ, 2005 рік.

5. Куріс Ю. В., Нестеренко А. В. Методи зниження екологічних викидів нетрадиційних джерел енергії. // Матеріали міжвузівської наукової конференції ЗГІА “Сучасні екологічні проблеми – III” - м. Запоріжжя, – 2006. – С. 39–43.

6. Куріс Ю. В., Степанов Д. В., Ткаченко С. И., Хажмурадов М. А., Карнацевич Л. В. Увеличение эффективности дальнейшего использования и сжигания биогаза: «Достижения и перспективы». // Фаховий журнал “Енергетика и электрификация”. г. Киев, – №12. – 2006. – С. 67–79.

7. Gas Flaring in Nigeria: A Human Rights, Environmental and Economic Monstrosity. Published by Friends of the Earth International, Amsterdam, the Netherlands. June, 2005. p. 36.

8. Ottomotor lauff mit Biogaz//Maschinenmarkt, 1991. № 39. p.127.

GROUND OF THE USE OF NIZKOKALLORIYNYKH FUELS IN DVS AND FEATURES OF INCINERATION OF BIOGAS IN DVS

O. Ju. MAJSTRENKO, Dr. Sci. Tech., Ju. V. KURIS, Cand. Tech. Sci.
V. M. VLASENKO, The majster

In the article the features of incineration of low-caloric fuel and biogas are grounded in dvs

Поступила в редакцию 02.12.09